

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts P245WO	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Formblatt PCT/ISA/220 sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP2004/051330	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 01/07/2004	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 04/07/2003
Anmelder  HESS, Peter		

Dieser Internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser Internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 4 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

## 1. Grundlage des Berichts

- a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die Internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

- b. ☐ Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** siehe Feld Nr. 1.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld II).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld III).

4. Hinsichtlich der **Bezeichnung der Erfindung**

☐ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☒ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

WERKZEUGKOPF MIT PIEZOELEKTRISCHEN AKTUATOREN

5. Hinsichtlich der **Zusammenfassung**

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld Nr. IV angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses Internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Hinsichtlich der **Zeichnungen**

- a. ist folgende Abbildung der **Zeichnungen** mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1

☒ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ wie von der Behörde ausgewählt, weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ wie von der Behörde ausgewählt, weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

- b. ☐ wird keine der Abbildungen mit der Zusammenfassung veröffentlicht.

## Beschreibung

### WERKZEUGKOPF MIT PIEZOELEKTRISCHEN AKTUATOREN

#### Technisches Umfeld

- [001] Die Erfindung betrifft einen Werkzeugkopf zum Bearbeiten einer Oberfläche.
- [002] Auf den Gebieten der Mikrosystemtechnik bzw. der Nanotechnologie wie auch der Feinwerktechnik und der Halbleitermontagetechnik stellen sich vielfältige Probleme wie beispielsweise die Herstellung einer mit mikromechanischen Strukturen versehenen Oberfläche, das Nacharbeiten, Schleifen oder Polieren einer bereits teilweise hergestellten Oberfläche, etc.. Herkömmliche Fräsmaschinen stossen hier an die Grenzen der Technologie, weil die materialabtragende Spitze des Fräskopfs infolge ihres winzigen Durchmessers selbst bei hohen Umdrehungszahlen das Material kaum mehr abzutragen vermag.

#### Offenbarung der Erfindung

- [003] Die Erfindung schlägt vor, anstelle eines Fräskopfs mit einer rotierenden Spitze einen Werkzeugkopf mit einem mit Ultraschall beaufschlagbaren Werkzeug für die Bearbeitung einer Oberfläche zu verwenden. Der erfindungsgemässe Werkzeugkopf umfasst eine Halterung für die Aufnahme des Werkzeugs und zwei Aktuatoren, die über je einen Steg mit der Halterung verbunden sind. Die Aktuatoren ermöglichen einerseits eine Auslenkung der Halterung aus einer Ruhelage um wenige Mikrometer und andererseits die Beaufschlagung der Halterung mit Ultraschall. Zu diesem Zweck enthält jeder Aktuator einen piezoelektrischen Antrieb, der einerseits mit einer Gleichspannung beaufschlagbar ist, um die Halterung in Richtung des Steges auszulenken, und der andererseits mit einem Wechselspannungssignal, d.h. einer Wechselspannung oder einem Wechselstrom, beaufschlagbar ist, um die Halterung in längs des Steges gerichtete Schwingungen zu versetzen.
- [004] Der Werkzeugkopf wird bevorzugt auf einer herkömmlichen Werkzeugmaschine montiert, die eine Grobpositionierung des Werkzeugs bezüglich der Oberfläche des zu bearbeitenden Werkstücks in drei kartesischen Koordinatenrichtungen ermöglicht. Die Feinpositionierung des Werkzeugs erfolgt, indem die Aktuatoren des Werkzeugkopfs mit Gleichspannungen beaufschlagt werden, die der einzunehmenden Position entsprechen. Für die Bearbeitung der Oberfläche des Werkstücks werden die beiden Aktuatoren des Werkzeugkopfs nun mit je einem Wechselspannungssignal beaufschlagt, so dass die Spitze des Werkzeugs schwingt. Das Verhältnis der Amplituden der beiden Wechselspannungssignale bestimmt die Schwingungsrichtung des Werkzeugs relativ zu den Achsen der beiden Aktuatoren.
- [005] Es gibt nun Anwendungen, bei denen auch eine Feinpositionierung und/oder Ultra-

schallsschwingungen des Werkzeugs in der dritten kartesischen Koordinatenrichtung erforderlich ist. Für solche Anwendungen ist der Werkzeugkopf mit einem dritten piezoelektrischen Antrieb versehen, der ebenfalls mit einer Gleichspannung und einem Wechsellspannungssignal beaufschlagbar ist.

- [006] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Die Figuren sind nicht massstäblich gezeichnet.

### **Kurze Beschreibung von Zeichnungen**

- [007] Es zeigen:
- [008] Fig. 1 einen erfindungsgemässen Werkzeugkopf,
- [009] Fig. 2 den Werkzeugkopf in einer Schnittzeichnung, und
- [010] Fig. 3 einen weiteren Werkzeugkopf,
- [011] Fig. 4 in Aufsicht einen Aktuator des Werkzeugkopfs, und
- [012] Fig. 5 in seitlicher Ansicht einen Stempel mit mikromechanischen Strukturen.
- [013] Die Fig. 1 zeigt in perspektivischer Ansicht einen erfindungsgemässen Werkzeugkopf 1. Die Achsen eines kartesischen Koordinatensystems sind mit x, y und z bezeichnet. Der Werkzeugkopf besteht aus einer Halterung 2 für die Aufnahme eines Werkzeugs 3 und aus zwei Aktuatoren 4 und 5, die je über einen Steg 6 bzw. 7 mit der Halterung 2 verbunden sind. Die beiden Aktuatoren 4 und 5 sind an einer nicht dargestellten, in der z-Richtung verstellbaren Platte befestigt. Die beiden Stege 6 und 7 (und somit auch die beiden Aktuatoren 4 und 5) sind bevorzugt orthogonal zueinander angeordnet. Der erste Aktuator 4 ermöglicht Bewegungen und Ultraschallschwingungen des Werkzeugs 3 in x-Richtung, der zweite Aktuator 5 ermöglicht Bewegungen und Ultraschallschwingungen des Werkzeugs 3 in y-Richtung. Die beiden Aktuatoren 4 und 5 sind identisch aufgebaut, im folgenden wird deshalb nur der erste Aktuator 4 näher beschrieben. Im Beispiel umfasst die Halterung 2 eine mittels einer Mutter 8 lös- und schliessbare Spannange, in der das Werkzeug 3 eingeklemmt ist.
- [014] Der Aktuator 4 besteht aus einem Körper 9 und einer mit dem Körper 9 durch vier Stege 10 (in der Figur sind nur drei Stege 10 sichtbar) verbundenen Frontplatte 11, sowie einem aus piezoelektrischen Elementen bestehenden piezoelektrischen Antrieb 12. Die vier Stege 10 bilden ein Festkörpergelenk, das die Frontplatte 11 mit dem Körper 9 verbindet. Von der Frontplatte 11 steht der Steg 6 ab, der die Frontplatte 11 und die Halterung 2 verbindet. Der Steg 6 und die vier Stege 10 verlaufen parallel zueinander, nämlich alle in der x-Richtung. Der piezoelektrische Antrieb 12 ist zwischen der Frontplatte 11 und dem Körper 9 eingespannt. Wenn der piezoelektrische Antrieb 12 mit einer Gleichspannung beaufschlagt wird, dann verschiebt sich die Frontplatte 11 relativ zum Körper 9 in der x-Richtung. Wenn der

piezoelektrische Antrieb 12 mit einem Wechselspannungssignal, d.h. einer Wechselspannung oder einem Wechselstrom, beaufschlagt wird, dann schwingt die Frontplatte 11 relativ zum Körper 9 in der x-Richtung hin und her. Der Steg 6 wird einerseits als Blattfeder, die eine Auslenkung der Halterung 2 orthogonal zur Längsrichtung des Steges 6 ermöglicht und andererseits als Verstärker für die Ultraschallschwingungen.

[015] Die Befestigung des piezoelektrischen Antriebs 12 im Aktuator 4 erfolgt über einen Kopplungsmechanismus 13, um eine Verkantung des piezoelektrischen Antriebs 12 beim Einbau wie auch im Betrieb zu verhindern.

[016] Die Fig. 2 zeigt eine Schnittzeichnung des Werkzeugkopfs 1, wobei der Schnitt durch den Steg 6 geht und den Aufbau des Aktuators 4 zeigt. Der Kopplungsmechanismus 13 umfasst zwei aneinander anliegende Körper 14 und 15, deren einander zugewandte Flächen 16 bzw. 17 Kugelflächen sind. Eine der Fläche 17 gegenüberliegende Fläche 18 des Körpers 14 ist eine ebene Fläche, die dank des Kopplungsmechanismus 13 im wesentlichen parallel zur Frontplatte 11 ausgerichtet ist. Der Körper 9 enthält ein in x-Richtung verlaufendes Gewinde, in das eine Schraube 19 hineingeschraubt ist, die mit einem Ende gegen den Körper 15 des Kopplungsmechanismus 13 drückt, so dass der piezoelektrische Antrieb 12 zwischen der Frontplatte 11 und dem Körper 14 eingespannt ist. Die beiden Kugelflächen stellen ein Lagerelement dar und sorgen dafür, dass die Fläche 18 plan an der gegenüberliegenden Fläche des piezoelektrischen Elements 12 anliegt, unabhängig von der Kraft oder dem Drehmoment, das die Schraube 19 auf den Kopplungsmechanismus 13 ausübt. Beim Zusammenbau des Aktuators 4 wird der Körper 14 mittels eines Werkzeugs festgehalten, damit er sich infolge des beim Anziehen von der Schraube 19 ausgeübten Drehmoments nicht dreht. Damit sich die Schraube 19 im Betrieb nicht löst, wird sie entweder mit dem Körper 9 verklebt oder mit einer Kontermutter gesichert.

[017] Der Kopplungsmechanismus 13 kann auch auf andere Weise realisiert werden. Im Prinzip genügt es, wenn die Körper 14 und 15 nur entlang einer parallel zur z-Achse verlaufenden Linie oder zylindrischen Fläche in Berührung sind. Wenn die sich berührenden Flächen 16 und 17 der Körper 14 und 15 kugelförmig oder zylinderförmig sind, dann ist das Risiko einer Abplattung infolge der im Betrieb auftretenden Ultraschallschwingungen viel geringer als bei einer linienförmigen Berührung.

[018] Im Betrieb wird der piezoelektrische Antrieb des Aktuators 4 mit einer Gleichspannung, einem Wechselspannungssignal oder einer Kombination aus Gleichspannung und Wechselspannungssignal beaufschlagt. Eine Gleichspannung bewirkt eine Verschiebung der Frontplatte 11 relativ zum Körper 9 entlang der x-Achse. Ein Wechselspannungssignal bringt die Frontplatte 11 relativ zum Körper 9 in x-Richtung zum Schwingen. Die Frequenz des Wechselspannungssignals liegt im Ul-

traschallbereich. Wenn dem Wechsellspannungssignal eine Gleichspannung überlagert wird, dann bewirkt die Gleichspannung eine Verschiebung des Nullpunkts der Schwingungen. Die Gleichspannungen und die Wechsellspannungssignale für die Beaufschlagung der Aktuatoren 4 und 5 werden von einer Steuereinrichtung 30 erzeugt. Die Steuereinrichtung 30 ist programmiert und steuert den Abtrag des Materials von der Oberfläche des Werkstücks. Der Abtrag des Materials wird vorzugsweise mittels geeigneter Sensoren 31 überwacht, wobei die Steuereinrichtung 30 auch die von den Sensoren 31 gelieferten Daten auswertet.

[019] Die Bewegungen der Frontplatte 11 des ersten Aktuators 4 werden über den als Blattfeder wirkenden Steg 6 auf die Halterung 2 übertragen. Ebenso werden die Bewegungen der Frontplatte des zweiten Aktuators 5 über den ebenfalls als Blattfeder wirkenden Steg 7 auf die Halterung 2 übertragen. Dabei verbiegen sich die Stege 6 bzw. 7 und die Halterung 2 wird aus ihrer Ruhelage ausgelenkt. Die Länge der Stege 6 und 7 wie auch die Geometrie der Stege 10 ist so gewählt, dass die Stege im Betrieb Auslenkungen von wenigen Mikrometern ermöglichen, ohne den Bereich der elastischen Deformation zu verlassen.

[020] Der Werkzeugkopf 1 lässt sich für eine Vielzahl von Anwendungen verwenden, wobei ein der Anwendung angepasstes Werkzeug 3 in die Halterung 2 eingesetzt wird. Der Werkzeugkopf kann am Kopf einer beliebigen Werkzeugmaschine befestigt werden, wobei der Kopf der Werkzeugmaschine in den drei Richtungen x, y und z eines kartesischen Koordinatensystems oder in drei Raumrichtungen eines beliebigen anderen Koordinatensystems bewegbar ist und unter Umständen auch weitere Freiheitsgrade aufweist. Die Werkzeugmaschine verhält sich wie ein Roboter, der den erfindungsgemässen Werkzeugkopf im Raum bewegt, so dass mit dem Werkzeugkopf verschiedene Arbeiten durchgeführt werden können, die eine die Positionierungsgenauigkeit der Werkzeugmaschine übersteigende Genauigkeit erfordern. Für viele Anwendungen ist es erforderlich, dass die Positionierungsgenauigkeit des Werkzeugkopfs auch in der z-Richtung grösser ist als die der Werkzeugmaschine. Für diese Anwendungen kann der erfindungsgemässe Werkzeugkopf mit einem piezoelektrischen Antrieb für die z-Richtung ausgestattet werden.

[021] Die Fig. 3 zeigt in seitlicher Ansicht einen solchen Werkzeugkopf 1. Die Aktuatoren 4 und 5 des Werkzeugkopfs 1 sind an einer parallel zur xy-Ebene ausgerichteten Platte 20 befestigt. Die Platte 20 ist über einen piezoelektrischen Antrieb 21 an einer Werkzeugmaschine 22 befestigt. Der piezoelektrische Antrieb 21 ermöglicht die Positionierung des Werkzeugkopfs 1 in einer orthogonal zur Platte 20 verlaufenden Richtung, hier in der z-Richtung, mit einer Genauigkeit, die im Submikrometerbereich liegt. Der piezoelektrische Antrieb 21 ist wie der piezoelektrische Antrieb 12 der Aktuatoren 4 und 5 mit einer Vorspannung zwischen zwei Platten eingeklemmt, die

durch einen elastisch deformierbaren Körper beabstandet sind. Ein solcher Körper besteht beispielsweise aus mehreren ringförmigen Plättchen, die durch schmale Stege verbunden sind. Die Plättchen und die Stege sind allerdings keine Einzelteile, sondern aus einem Stück gefertigt. Der vorgespannte Körper wirkt als Feder, so dass der piezoelektrische Antrieb 21 die Platte 20 in positive wie negative z-Richtung auslenken kann. In diesem Fall erzeugt die Steuereinrichtung 30 Gleichspannungen und Wechselspannungssignale sowohl für die Beaufschlagung der Aktuatoren 4 und 5 als auch des piezoelektrischen Antriebs 21.

[022] Die Fig. 4 zeigt in Aufsicht den Körper 9 und die Frontplatte 11 des Aktuators 4. Die Stege 10, die die Frontplatte 11 und den Körper 9 verbinden, sind bei diesem Beispiel anders ausgeführt als beim ersten Beispiel. Die Stege 10 sind u-förmig.

[023] Bevorzugt ist der Werkzeugkopf 1, d.h. die Körper 9, die Stege 10 und die Frontplatten 11 der beiden Aktuatoren 4, 5 sowie die Stege 6 und 7 und die Halterung 2 aus einem Stück Material gefertigt. Der Werkzeugkopf 1 kann aber auch aus Einzelteilen zusammengesetzt sein, die beispielsweise miteinander verklebt oder verlötet sind.

[024] Beispiele für Anwendungen des erfindungsgemässen Werkzeugkopfs 1 werden im folgenden näher beschrieben. Die Liste der Anwendungen ist nicht vollständig.

[025] Beispiel 1

[026] Bei diesem Beispiel wird der Werkzeugkopf verwendet für die Herstellung von mikromechanischen Strukturen in der Oberfläche eines Werkstücks. Der Werkzeugkopf in der Ausführung gemäss dem Beispiel der Fig. 3 ist an einer Werkzeugmaschine befestigt. In die Halterung 2 ist als Werkzeug 3 ein Stift oder eine Kapillare, im Folgenden allgemein als Kapillare bezeichnet, eingesetzt. Die Werkzeugmaschine platziert die Kapillare über dem Werkstück. Die beiden Aktuatoren 4 und 5 werden je mit einer Wechselspannung beaufschlagt, so dass die Spitze des Werkzeugs im Ultraschallbereich schwingt. Den Wechselspannungen werden sich vergleichsweise langsam ändernde Gleichspannungen überlagert, um die Kapillare über das zu bearbeitende Werkstück zu führen, wobei im Werkstück ein Materialabtrag erfolgt. Über den piezoelektrischen Antrieb 21 wird die Tiefe der im Werkstück entstehenden mikro-mechanischen Struktur gesteuert, wobei beispielsweise ein Kraftsensor oder ein optischer Distanzsensor für die Ermittlung und Steuerung der z-Position der Kapillare benutzt wird. Solche Mess- und Regelkreise wie auch die Herstellung von Strukturen in einer Oberfläche sind an sich bekannt, weshalb auf weitere Erläuterungen verzichtet wird. Dieses Beispiel unterscheidet sich vom Stand der Technik aber dadurch, dass der erfindungsgemässe Werkzeugkopf die Herstellung von mikromechanischen Strukturen erlaubt, deren Abmessungen viel geringer sind und im Mikrometerbereich oder Submikrometerbereich liegen. Ein wichtiger Vorteil besteht darin, dass die

schwingende Spitze des Werkzeugs im Gegensatz zu einer Fräsmaschine keine Stelle enthält, an der die Geschwindigkeit der Spitze Null ist.

[027]      Beispiel 2

[028]      Ein beispielsweise nach dem Beispiel 1 hergestelltes Werkstück wird selbst als Werkzeug, d.h. als Stempel, verwendet, der in die Halterung 2 eingesetzt wird. Ein solcher Stempel 40 ist in der Fig. 5 gezeigt. Eine Oberfläche 41 des Stempels 40 ist mit mikromechanischen Strukturen 42 versehen. Diese Oberfläche 41 wird gegen ein zu bearbeitendes Werkstück gedrückt. Die beiden Aktuatoren 4 und 5, und fakultativ auch der piezoelektrische Antrieb 21, werden wiederum mit Wechsellspannungssignalen beaufschlagt, so dass die Oberfläche 41 des Stempels 40 schwingt. Die mit Ultraschallfrequenz schwingenden mikromechanischen Strukturen 42 des Stempels 40 führen dazu, dass im Werkstück ebenfalls mikromechanische Strukturen entstehen.

[029]      Beispiel 3

[030]      Der erfindungsgemäße Werkzeugkopf eignet sich auch für die Nachbearbeitung von mikromechanischen Strukturen, insbesondere zum Polieren bzw. Nachschleifen von optischen Oberflächen. Es ist beispielsweise möglich, eine mikromechanische Struktur mit herkömmlichen Mitteln, sei es durch mechanische oder chemische Bearbeitung, in groben Zügen herzustellen und die vorgeformte Oberfläche mittels des erfindungsgemäßen Werkzeugkopfs nachzubearbeiten.

[031]      Das Schleifen der Oberfläche des Werkstücks wird bei diesen drei Beispielen vorzugsweise unterstützt durch ein Schleifmittel, wie dies auch im Stand der Technik üblich ist. Wenn als Werkzeug eine Kapillare mit einer Längsbohrung verwendet wird, dann kann das Schleifmittel durch die Längsbohrung der Kapillare zugeführt werden. Anstelle des Schleifmittels oder zusätzlich zum Schleifmittel kann ein Ätzmittel durch die Längsbohrung der Kapillare zugeführt werden. Dies ermöglicht ein selektives Ätzen der Oberfläche des Werkstücks.

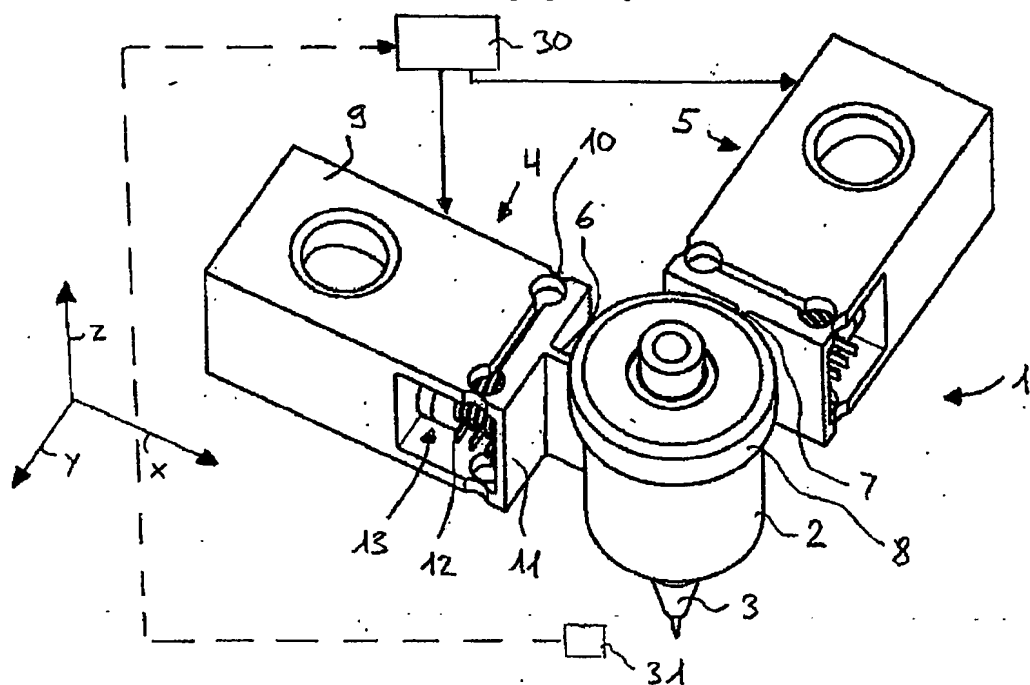
## Ansprüche

- [001] Werkzeugkopf zum Bearbeiten einer Oberfläche, mit einer Halterung (2) für die Aufnahme eines Werkzeugs (3), **gekennzeichnet durch** zwei an einer Platte (20) befestigte Aktuatoren (4, 5), die je einen Körper (9) und eine mit dem Körper (9) durch Stege (10) verbundene Frontplatte (11) sowie ein piezoelektrisches Element (12) umfassen, wobei das piezoelektrische Element (12) in einem zwischen der Frontplatte (11) und dem Körper (9) gebildeten Hohlraum eingespannt ist und von einer Steuereinrichtung (30) mit einem Wechselspannungssignal und mit einer Gleichspannung beaufschlagbar ist, wobei das Wechselspannungssignal dazu dient, die Frontplatte (11) relativ zum Körper (9) in in Längsrichtung der Stege (10) gerichtete Schwingungen zu versetzen und wobei die Gleichspannung dazu dient, die Frontplatte (11) relativ zum Körper (9) in Längsrichtung der Stege (10) auszulenken, und wobei die Frontplatten (11) der beiden Aktuatoren (4, 5) durch je einen von der Frontplatte (11) abstehenden Steg (6 bzw. 7) mit der Halterung (2) verbunden sind.
- [002] Werkzeugkopf nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Platte (20) mittels eines piezoelektrischen Antriebs (21) in einer senkrecht zur Platte (20) verlaufenden Richtung hin und her bewegbar ist.
- [003] Werkzeugkopf nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkzeug (3) ein Stift oder eine Kapillare ist und dass der Werkzeugkopf als Fräskopf dient.
- [004] Werkzeugkopf nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkzeug (3) ein Stempel (40) ist, der eine Oberfläche (41) mit mikromechanischen Strukturen (42) enthält.

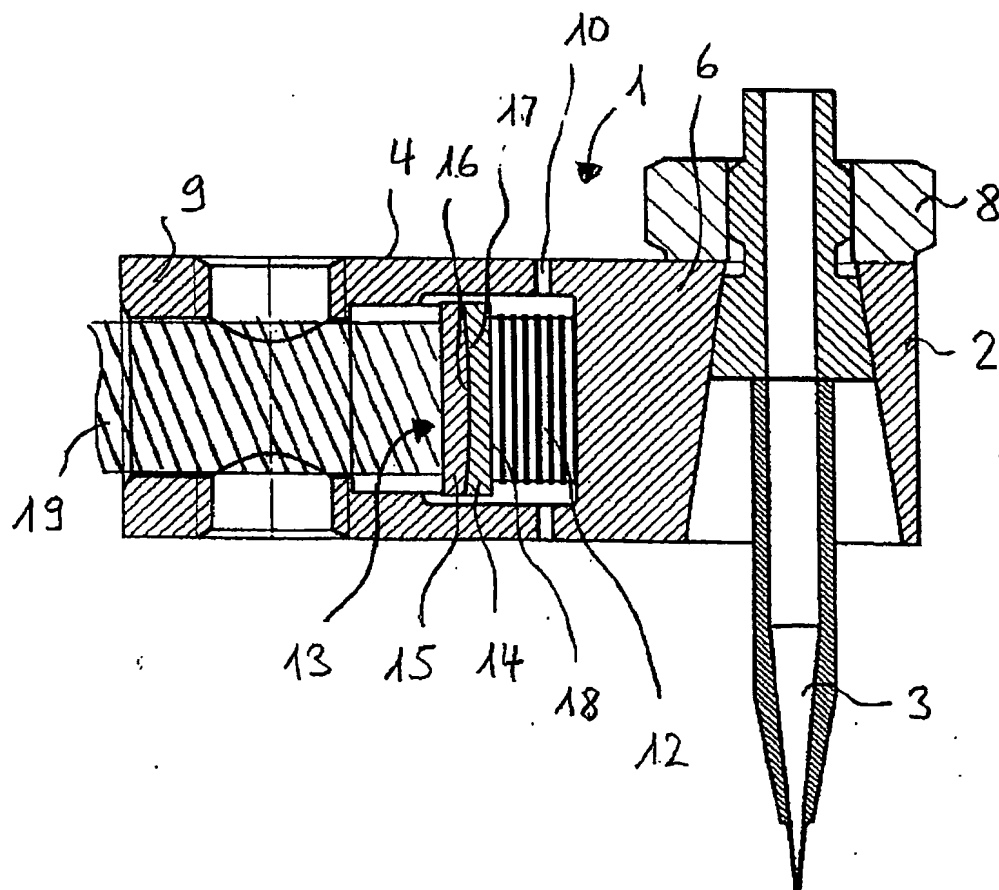


1/2

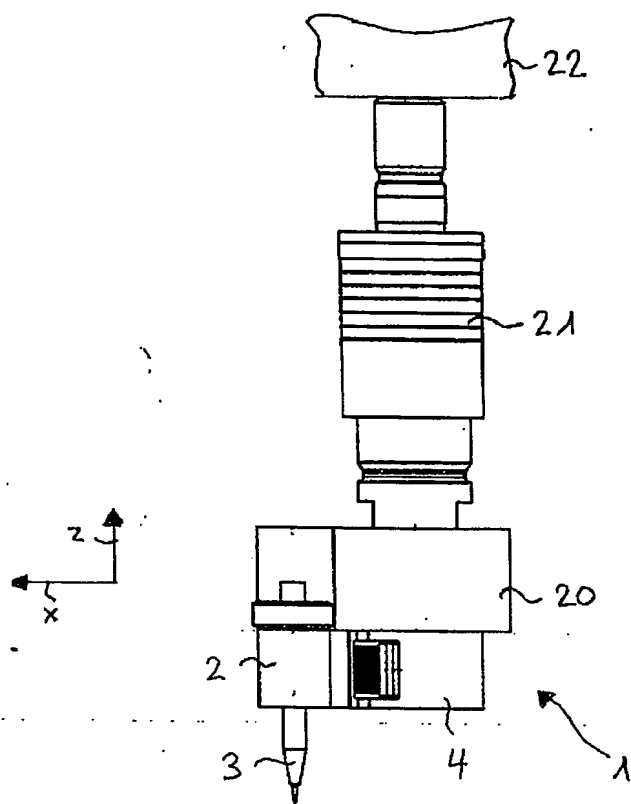
[Fig. 001]



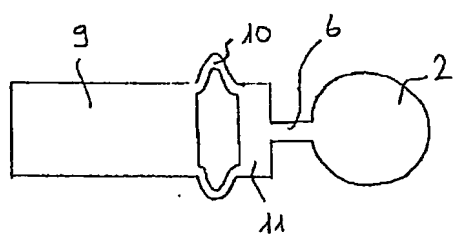
[Fig. 002]



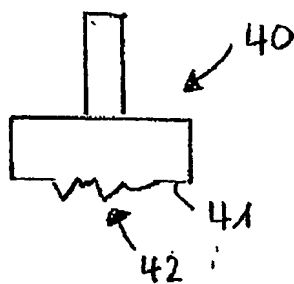
[Fig. 003]



[Fig. 004]



[Fig. 005]



## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B23Q1/34 B23Q1/62 B23Q1/58 B23Q5/027 B23B29/12  
H01L41/09

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B23Q B23B H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	US 2004/086351 A1 (LIU XIN JUN ET AL) 6 May 2004 (2004-05-06) paragraphs '0031!', '0034!', '0035!', '0038!', '0045!', '0046!; figure 2	1
A	EP 1 241 714 A (KLOCKE NANOTECHNIK) 18 September 2002 (2002-09-18) figures 1,4	1
A	DE 199 24 823 A (WECK MANFRED) 30 November 2000 (2000-11-30) column 5, line 33 - line 35; claim 14; figures 1,2,4	1-3
A	EP 0 297 574 A (HITACHI LTD) 4 January 1989 (1989-01-04) column 3, line 43 - column 4, line 33; claims 1,2	1
	-/--	



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 November 2004

Date of mailing of the international search report

09/11/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Carmichael, Guy

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/051330

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 646 595 A (SLEE ROGER H) 3 March 1987 (1987-03-03) column 2, line 4 - line 18 -----	1,3,4
A	DE 22 38 407 A (BARDOCZ ARPAD DIPL ING DR) 14 February 1974 (1974-02-14) page 2, line 4 - line 11 -----	1
A	KUROSAWA M K ET AL: "TRANSDUCER FOR HIGH SPEED AND LARGE THRUST ULTRASONIC LINEAR MOTOR USING TWO SANDWICH-TYPE VIBRATORS" IEEE TRANSACTIONS ON ULTRASONICS, FERROELECTRICS AND FREQUENCY CONTROL, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 45, no. 5, September 1998 (1998-09), pages 1188-1195, XP000801800 ISSN: 0885-3010 figures 1,2 -----	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0103, no. 74 (P-527), 12 December 1986 (1986-12-12) & JP 61 168025 A (HITACHI LTD), 29 July 1986 (1986-07-29) abstract -----	1
A	US 2002/038988 A1 (MATSUDA SHINYA ET AL) 4 April 2002 (2002-04-04) paragraphs '0041!, '0042! -----	1
A	US 5 994 820 A (KLEINDIEK STEPHAN) 30 November 1999 (1999-11-30) column 6, line 19 - line 22; figures 9,10 -----	2
A	US 5 223 713 A (UOZUMI KIYOHICO ET AL) 29 June 1993 (1993-06-29) the whole document -----	2
A	US 2001/020808 A1 (SAKAMOTO YASUHIRO ET AL) 13 September 2001 (2001-09-13) the whole document -----	3
A	DE 100 55 113 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 8 May 2002 (2002-05-08) abstract -----	4
A	CH 671 187 A (AUTOPHON ASCOM AG) 15 August 1989 (1989-08-15) page 2, right-hand column, line 39 - line 44; figure 1 -----	4

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT



Information on patent family members

International Application No

EP2004/051330

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2004086351	A1	06-05-2004	NONE	
EP 1241714	A	18-09-2002	EP 1241714 A1 DE 50101186 D1 JP 2003015053 A US 2002166398 A1	18-09-2002 29-01-2004 15-01-2003 14-11-2002
DE 19924823	A	30-11-2000	DE 19924823 A1	30-11-2000
EP 0297574	A	04-01-1989	JP 1016272 A EP 0297574 A2 JP 1107670 A	19-01-1989 04-01-1989 25-04-1989
US 4646595	A	03-03-1987	CA 1244114 A1 DE 3421973 A1 FR 2548060 A1 GB 2142860 A ,B GB 2184381 A ,B IT 1174018 B JP 60085846 A KR 9206656 B1	01-11-1988 20-12-1984 04-01-1985 30-01-1985 24-06-1987 24-06-1987 15-05-1985 14-08-1992
DE 2238407	A	14-02-1974	DE 2238407 A1	14-02-1974
JP 61168025	A	29-07-1986	CA 1236154 A1 DE 3585167 D1 EP 0155694 A2 US 4613782 A	03-05-1988 27-02-1992 25-09-1985 23-09-1986
US 2002038988	A1	04-04-2002	JP 2002112562 A	12-04-2002
US 5994820	A	30-11-1999	DE 4440758 A1 AT 170123 T AU 3741395 A CN 1163585 A ,B DE 9421715 U1 WO 9614959 A1 DE 59503381 D1 EP 0792203 A1 JP 10508544 T	23-05-1996 15-09-1998 06-06-1996 29-10-1997 25-07-1996 23-05-1996 01-10-1998 03-09-1997 25-08-1998
US 5223713	A	29-06-1993	JP 4235302 A	24-08-1992
US 2001020808	A1	13-09-2001	JP 2001239405 A DE 10108575 A1	04-09-2001 30-08-2001
DE 10055113	A	08-05-2002	DE 10055113 A1	08-05-2002
CH 671187	A	15-08-1989	CH 671187 A5	15-08-1989

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

/EP2004/051330

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B23Q1/34 B23Q1/62 B23Q1/58 B23Q5/027 B23B29/12  
H01L41/09

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B23Q B23B H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P,X	US 2004/086351 A1 (LIU XIN JUN ET AL) 6. Mai 2004 (2004-05-06) Absätze '0031!, '0034!, '0035!, '0038!, '0045!, '0046!; Abbildung 2	1
A	EP 1 241 714 A (KLOCKE NANOTECHNIK) 18. September 2002 (2002-09-18) Abbildungen 1,4	1
A	DE 199 24 823 A (WECK MANFRED) 30. November 2000 (2000-11-30) Spalte 5, Zeile 33 - Zeile 35; Anspruch 14; Abbildungen 1,2,4	1-3
A	EP 0 297 574 A (HITACHI LTD) 4. Januar 1989 (1989-01-04) Spalte 3, Zeile 43 - Spalte 4, Zeile 33; Ansprüche 1,2	1

-/--



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

1. November 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

09/11/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Carmichael, Guy

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 646 595 A (SLEE ROGER H) 3. März 1987 (1987-03-03) Spalte 2, Zeile 4 - Zeile 18 -----	1,3,4
A	DE 22 38 407 A (BARDOCZ ARPAD DIPL ING DR) 14. Februar 1974 (1974-02-14) Seite 2, Zeile 4 - Zeile 11 -----	1
A	KUROSAWA M K ET AL: "TRANSDUCER FOR HIGH SPEED AND LARGE THRUST ULTRASONIC LINEAR MOTOR USING TWO SANDWICH-TYPE VIBRATORS" IEEE TRANSACTIONS ON ULTRASONICS, FERROELECTRICS AND FREQUENCY CONTROL, IEEE INC. NEW.YORK, US, Bd. 45, Nr. 5, September 1998 (1998-09), Seiten 1188-1195, XP000801800 ISSN: 0885-3010 Abbildungen 1,2 -----	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 0103, Nr. 74 (P-527), 12. Dezember 1986 (1986-12-12) & JP 61 168025 A (HITACHI LTD), 29. Juli 1986 (1986-07-29) Zusammenfassung -----	1
A	US 2002/038988 A1 (MATSUDA SHINYA ET AL) 4. April 2002 (2002-04-04) Absätze '0041!, '0042! -----	1
A	US 5 994 820 A (KLEINDIEK STEPHAN) 30. November 1999 (1999-11-30) Spalte 6, Zeile 19 - Zeile 22; Abbildungen 9,10 -----	2
A	US 5 223 713 A (UOZUMI KIYOHICO ET AL) 29. Juni 1993 (1993-06-29) das ganze Dokument -----	2
A	US 2001/020808 A1 (SAKAMOTO YASUHIRO ET AL) 13. September 2001 (2001-09-13) das ganze Dokument -----	3
A	DE 100 55 113 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 8. Mai 2002 (2002-05-08) Zusammenfassung -----	4
A	CH 671 187 A (AUTOPHON ASCOM AG) 15. August 1989 (1989-08-15) Seite 2, rechte Spalte, Zeile 39 - Zeile 44; Abbildung 1 -----	4

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PAT/EP2004/051330

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2004086351	A1	06-05-2004	KEINE		
EP 1241714	A	18-09-2002	EP	1241714 A1	18-09-2002
			DE	50101186 D1	29-01-2004
			JP	2003015053 A	15-01-2003
			US	2002166398 A1	14-11-2002
DE 19924823	A	30-11-2000	DE	19924823 A1	30-11-2000
EP 0297574	A	04-01-1989	JP	1016272 A	19-01-1989
			EP	0297574 A2	04-01-1989
			JP	1107670 A	25-04-1989
US 4646595	A	03-03-1987	CA	1244114 A1	01-11-1988
			DE	3421973 A1	20-12-1984
			FR	2548060 A1	04-01-1985
			GB	2142860 A ,B	30-01-1985
			GB	2184381 A ,B	24-06-1987
			IT	1174018 B	24-06-1987
			JP	60085846 A	15-05-1985
			KR	9206656 B1	14-08-1992
DE 2238407	A	14-02-1974	DE	2238407 A1	14-02-1974
JP 61168025	A	29-07-1986	CA	1236154 A1	03-05-1988
			DE	3585167 D1	27-02-1992
			EP	0155694 A2	25-09-1985
			US	4613782 A	23-09-1986
US 2002038988	A1	04-04-2002	JP	2002112562 A	12-04-2002
US 5994820	A	30-11-1999	DE	4440758 A1	23-05-1996
			AT	170123 T	15-09-1998
			AU	3741395 A	06-06-1996
			CN	1163585 A ,B	29-10-1997
			DE	9421715 U1	25-07-1996
			WO	9614959 A1	23-05-1996
			DE	59503381 D1	01-10-1998
			EP	0792203 A1	03-09-1997
			JP	10508544 T	25-08-1998
US 5223713	A	29-06-1993	JP	4235302 A	24-08-1992
US 2001020808	A1	13-09-2001	JP	2001239405 A	04-09-2001
			DE	10108575 A1	30-08-2001
DE 10055113	A	08-05-2002	DE	10055113 A1	08-05-2002
CH 671187	A	15-08-1989	CH	671187 A5	15-08-1989